

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-077445

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

H01L 51/00
D03D 15/00
G02B 6/00
G03F 7/20
H01L 21/027
H01S 5/40

(21)Application number : 2000-178415

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 14.06.2000

(72)Inventor : ISHIBASHI AKIRA
MORI YOSHIFUMI

(30)Priority

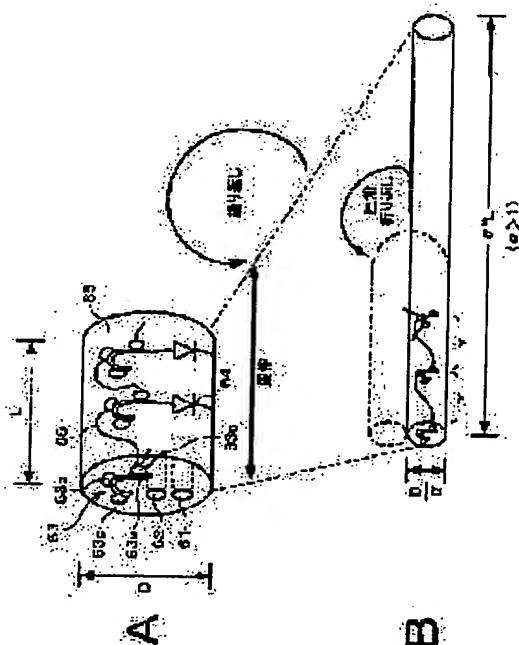
Priority number : 11173915 Priority date : 21.06.1999 Priority country : JP

(54) MANUFACTURE OF FUNCTIONALLY ONE-DIMENSIONAL STRUCTURE AND MANUFACTURE OF THE FUNCTIONAL STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To involve an electronic element, a biological function element, a high-refractive index body, a low-refractive index body or the like in a wire material according to the function of the wire material by a method, wherein the repeating of expansion and contraction and a folding-back of fibers formed using an organic material as their mother material, coating of a surface agent on the fibers, a pressure bonding of the fibers and a reexpansion and recontraction of the fibers are performed.

SOLUTION: These functional fibers are integrated in a state in which an optical waveguide 61, a chemical transport tube 62, an organic semiconductor electronic device 63 and organic semiconductor diodes 64 are coated with an organic coating material 65 and are formed into a cylindrical form as a whole. The waveguide 61 is formed using PMMA, for example. These functional fibers are extended in their longitudinal directions and the functional fibers expanded and contracted in such a way are folded back in their centers to overlap each other and are pressure bonded. In order to hold satisfactorily this pressure bonding, it is preferable that the surfaces of the functional fibers be coated with a pressure bonding abutting agent. After these expansion and contraction, it is subjected to folding back and pressure bonding, and this continuous process is repeated for necessary number of cycles.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-77445
(P2001-77445A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 51/00		H 0 1 L 29/28	
D 0 3 D 15/00		D 0 3 D 15/00	A
G 0 2 B 6/00	3 0 1	G 0 2 B 6/00	3 0 1
G 0 3 F 7/20	5 0 1	G 0 3 F 7/20	5 0 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 S 5/40	

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-178415 (P2000-178415)

(22) 出願日 平成12年6月14日 (2000.6.14)

(31) 優先権主張番号 特願平11-173915

(32) 優先日 平成11年6月21日 (1999.6.21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 石橋 晃

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 森 芳文

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 100082762

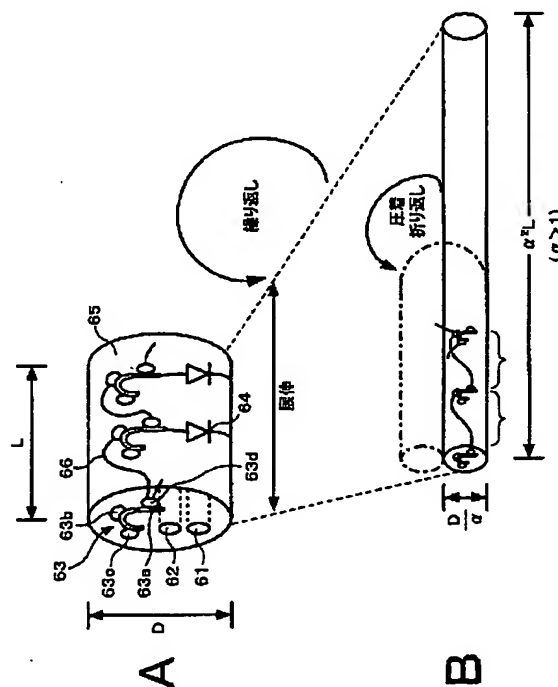
弁理士 杉浦 正知

(54) 【発明の名称】 機能一次元構造体の製造方法および機能構造体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ファイバーの長手方向の次元の有効利用を図り、所望の機能を持つ機能一次元構造体を製造する。これを用いて機能構造体を製造する。

【解決手段】 機能構造が配された一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの二次元面内に微細機能構造が配された一次元構造体を製造する。一次元構造体は典型的には有機物からなるファイバーである。一次元構造体は中空部を有することもあり、その中に電流、光、化学流体などを通す。一次元構造体の展伸およびそれに続く折り返しを複数回繰り返すことにより二次元面内において細胞分裂様の縮小および多重化を行ってもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 機能構造が配された一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの二次元面内に微細機能構造が配された一次元構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法。

【請求項2】 上記一次元構造体の展伸または展伸および圧着を、上記一次元構造体の内部に素子構造を形成した後少なくとも一回行うようにしたことを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項3】 上記一次元構造体が有機物からなるファイバーであることを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項4】 基体をなす一次元構造体が、撚り糸状の複数素材からなるファイバーであることを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項5】 上記ファイバーのうちの少なくとも一部が中空のチューブ状となっていることを特徴とする請求項4記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項6】 上記一次元構造体の少なくとも一部が導電性を有することを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項7】 上記一次元構造体の長手方向に空間的に孤立した物質相を含むことを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項8】 上記一次元構造体の少なくとも一部分に金属相を形成し、これを用いた光電子素子を機能素子とすることを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項9】 上記一次元構造体の二次元面内において三端子素子が組み込まれていることを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項10】 上記一次元構造体が同心円状構造を有し、その中心部が中空であることを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項11】 上記一次元構造体の中空部分に電流、光または化学流体が通されることを特徴とする請求項10記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項12】 上記一次元構造体の展伸およびそれに続く折り返しを複数回繰り返すことにより二次元面内において細胞分裂様の縮小および多重化を行うようにしたことを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項13】 上記一次元構造体の折り返しを行う際に間に導電物質をはさむようにしたことを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項14】 上記一次元構造体をN倍に展伸し、それに続いてN回折り返すようにしたことを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項15】 一次元方向に空間的に孤立した物質層を、三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行う際に、二次元面内方向に互いに連結するようにしたことを特徴とする請求項1記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項16】 機能構造が配された一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に複数の機能構造を拡大配置した一次元構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法。

【請求項17】 一次元構造体上に蛍光体、色素または半導体微粒子を形成した後、この一次元構造体を展伸し、上記蛍光体、色素または半導体微粒子を軸方向に拡大配置するようにしたことを特徴とする請求項16記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項18】 導電性の一次元構造体上に半導体発光素子を形成した後、この一次元構造体を展伸し、上記半導体発光素子を軸方向に拡大配置するようにしたことを特徴とする請求項16記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項19】 上記一次元構造体の展伸およびそれに続く折り返しを複数回繰り返すことにより二次元面内において細胞分裂様の縮小および多重化を行うようにしたことを特徴とする請求項16記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項20】 上記一次元構造体の折り返しを行う際に間に導電物質をはさむようにしたことを特徴とする請求項16記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項21】 上記一次元構造体をN倍に展伸し、それに続いてN回折り返すようにしたことを特徴とする請求項16記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項22】 一次元方向に空間的に孤立した物質層を、三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行う際に、二次元面内方向に互いに連結するようにしたことを特徴とする請求項16記載の機能一次元構造体の製造方法。

【請求項23】 機能構造が配された一次元構造体を二次元面内において一軸性圧縮した後、この一次元構造体の展伸または展伸および圧着を繰り返す行い、三次元空間において部分二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことにより、上記一次元構造体の二次元面内においては微細機能構造が配され、上記一次元空間においては機能修飾子が拡大配置された一次元構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法。

【請求項24】 一次元構造体の軸方向に弾性の空間変調を行い、部分二次元面内の縮小投影比または残りの一次元空間での拡大投影比を変調するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法。

【請求項25】 その上に蛍光体、色素または半導体微粒子を形成した一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に上記蛍光体、色素または半導体微粒子を軸方向に拡大配置した一次元構造体を製造し、この一次元構造体を複数並列配置することにより機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法。

【請求項26】 機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体に対して一括して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの二次元面内に細胞分裂状に複数の微細機能構造が配された一次元構造体を製造し、これらの一次元構造体を用いて機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法。

【請求項27】 機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体を一括して二次元面内において一軸性圧縮した後、これらの一次元構造体の展伸または展伸および圧着を繰り返し行い、三次元空間において部分二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことにより、上記一次元構造体の二次元面内においては細胞分裂状に複数の微細機能構造が配され、上記一次元空間においては機能修飾子が拡大配置された一次元構造体を製造し、これらの一次元構造体を用いて機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法。

【請求項28】 機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体に対して一括して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に複数の機能構造を拡大配置した一次元構造体を製造し、これらの一次元構造体を用いて機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法。

【請求項29】 機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体に対して一括して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に複数の機能構造を拡大配置する前または後にこれに直交する方向に自由空間膨張させるようにしたことを特徴とする請求項28記載の機能構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、機能材料の製造方法および機能構造体の製造方法に関し、特に、人間を本位としてその自然な生活により密着すべく、既存のデファクトスタンダード化した素子ならびにシステムと相補的かつシナジェティックに結合し、高機能化する光・

電子・化学情報処理材料ならびにこれを用いた機能素子およびトータルシステム、さらには電子・光機能素子による情報処理と代謝、より広くは化学反応系の集積化に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 図31は、従来使用されている各種の光ファイバーを示す。図31Aは単心コードのものを示し、コアとその外側のクラッドとからなる光ファイバー101の外側に被覆102を設けたものである。図31Bは同じく単心ケーブルのものを示し、光ファイバー101の外側に一次被覆103および外被104を順次設けたものである。図31Cはテンションメンバ入り単心ケーブルのものを示し、光ファイバー101の外側に一次被覆103を設け、テンションメンバ105を介して外被104を設けたものである。図31Dは2心コードのものを示し、二本の光ファイバー101の全体を覆うように被覆102を設けたものである。図31Eは2心ケーブルのものを示し、二本の光ファイバー101の全体を覆うように一次被覆103を設け、その外側に外被104を設けたものである。図31Fはテンションメンバ入り2心ケーブルのものを示し、二本の光ファイバー101の全体を覆うように一次被覆103を設け、この一次被覆103の凹部にテンションメンバ105を埋め込み、これらの全体を覆うように外被104を設けたものである。図31Gはフラットコードのものを示し、何本かの光ファイバー101を平面に配列し、それらを被覆102で覆ったものである。図31Hはバンドルコードのものを示し、多数本の光ファイバー101を束ねて円柱状としたものを被覆102で覆ったものである。

【0003】 これらの従来の光ファイバーは、光ファイバーの材料となる物質を例えば単純な引き出し法により引き出すことにより形成され、その長手方向に一様な構造を有し、連続並進対称性を有するものである。そして、図31A～図31Cの構造は、中心からコア、クラッドおよび皮膜からなる同心円多層構造を有する点で共通する。一方、図31D～図31Hの構造は、引き出しの途中までは各心に対する同心円多層構造が存在し、最後にこれを包む皮膜が形成されたものと見ることができ

る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の従来の光ファイバーは、長手方向に一様な構造を有するものにすぎないため、長手方向のディメンジョンの有効利用を図ることができているとは言い難い。

【0005】 他方、近年、従来の無機半導体系デバイスに代わる有機半導体系デバイスが提案され、期待されているが、孤立素子はまだしも、集積化を考えた場合の、有機系半導体固有のメリットをどう生かすかの問題が解決されていない。

【0006】 さらに、自然界に目を転じると、そこに

は、卵、胚から発生して、細胞分裂を繰り返し、最終的に高機能な生体システムを築き上げると言う有機物によるダイナミックなシステムが数多くある。例えば、アミノ酸からタンパク質や酵素などが作られることである。これらにおいては、ダイポール相互作用を通じて鍵と鍵穴反応で選択性が発現することが示されている。

【0007】しかしながら、このようないわゆる生体系では、物質の出入り、ダイポール相互作用あるいはいくつかの個別電荷の移動はあっても、マクロな電流の移動とは結合していないため、制御性という面で、現代社会においてデファクトスタンダードとして確立している光・電子的システムとの接点はない。

【0008】また、何よりの問題は、かかる生体系の発展には、特に複雑で高等機能を有するもののほど、システムの完成に時間がかかるということである。例えば、2のべき乗で効く、細胞分裂にあたるものを高速で行うことはできない。

【0009】そこで、この発明では、ファイバーが本来持つ高機能性を引き出し、長手方向の自由度の有効利用を図る。あるいは、ファイバー上の機能素子の周期または非周期配列を可能とする。あるいは、有機半導体素子、有機機能素子の高密度集積化を図る。

【0010】特に、この発明では、擬似的な細胞分裂に当たることを短時間にマスプロダクト的に制御する。すなわち、例えば、チューブを利用し、このチューブを引き伸ばしては折り曲げるという操作を行うことにより、反応場としてのハニカム構造を与える。なお、この操作は、パイを作るときの操作と類似するため、以下においては、この操作を一次元パイこね変換と言うこともある。この化学反応の舞台となる架台を短時間に形成することにより、自己組織化に要する時間を短くすることができる。

【0011】こうして既存のデファクトスタンダード化したプリスクリプション (prescription) 的にリジッド (rigid) なシステムと生体系とを結び付け、それらの両者と相補的に結合する、柔らかく、展性に富む、創造的、創発的な素子ならびにシステムを創出する。

【0012】すなわち、この発明は、従来型の光・電子的なデバイスまたはシステムの高密度集積化の流れと、生体系の選択的反応性を空間制御する流れとを両立させ、逐一制御と、自律進化、自己変革が共存する素子ならびにシステムを実現する。つまり、自発的自己組織臨界現象プロセス、すなわち自己組織前進自律的階層獲得 (self-organized progressive hierarchical acquisition, SOPHIA) の一つの実現手段である。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、この発明においては、一次元構造体のトポロジーを持つ線材、具体的には、有機物を母材とするファイバーの展伸と折り返し、界面剤塗布、圧着、再展伸の繰り返

しを行うことにより、所望の機能を持つ素子を実現する。より具体的には、この線材の中に、機能に応じて、電子素子、生体性機能素子、高屈折率体、低屈折率体などを内包させる。

【0014】展伸に際しては、線材あるいはファイバーをその軟化状態に置くために必要な温度などの環境を設定する。また、展伸は、好適には、真空中、あるいは不活性ガス中、あるいは、圧着幫助材雰囲気中で行う。

【0015】この発明においては、面内において素子の高密度集積ができるようになる。あるいは、線材ないしファイバーの長手方向に、自由空間的膨張、拡張規則配置が実現される。そして、例えば、この線材ないしファイバーの内部に屈折率分布を作り付けて光を導波する。また、別の例としては、屈折率分布を作り付けて光を外部的に取り出す。

【0016】さらに、必要に応じて、基体となるこの一次元構造体断面の最外郭 (輪郭) に導電性あるいは絶縁性を持たせ、埋め込み配線などの機能を持たせる。また、この一次元構造体を網の目状に織り合わせ、その交差点に上記の素子の相互作用を許す窓を設けることにより光、荷電流体、化学流体のスイッチングを行う。

【0017】すなわち、上記課題を解決するために、この発明の第1の発明は、機能構造が配された一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの二次元面内に微細機能構造が配された一次元構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法である。

【0018】この発明の第1の発明においては、一次元構造体の展伸または展伸および圧着を、一次元構造体の内部に素子構造を形成した後に少なくとも一回行う。一次元構造体は典型的には例えば有機物 (あるいはプラスチック) からなるファイバーである。また、基体をなす一次元構造体が、撚り糸状の複数素材からなるファイバーであってもよい。一次元構造体の少なくとも一部が導電性を有することもあり、あるいは、一次元構造体の長手方向に空間的に孤立した物質相を含むこともある。また、一次元構造体の少なくとも一部分に金属相を形成し、これを用いた光電子素子を機能素子とすることもある。また、一次元構造体の二次元面内において三端子素子、例えばトランジスタが組み込まれる。一次元構造体は例えば同心円状構造を有し、断面の一部が中空である。この中空部分には、電流、光または化学流体が通される。また、一次元構造体の展伸およびそれに続く折り返しを複数回繰り返すことにより二次元面内において細胞分裂様の縮小および多重化を行うようにしてもよい。この一次元構造体の折り返しを行う際には間に導電物質をはさむようにしてもよく、一次元構造体をN倍に展伸し、それに続いてN回折り返すようにしてもよい。さらに、一次元方向に空間的に孤立した物質層を、三次元空

間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行う際に、二次元面内方向に互いに連結するようにしてもよい。

【0019】この発明の第2の発明は、機能構造が配された一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に複数の機能構造を拡大配置した一次元構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法である。

【0020】この発明の第2の発明においては、例えば、一次元構造体上に蛍光体、色素（ダイ）または半導体微粒子を形成した後、この一次元構造体を展伸し、蛍光体、色素または半導体微粒子を軸方向に拡大配置する。また、導電性の一次元構造体上に半導体発光素子を形成した後、この一次元構造体を展伸し、半導体発光素子を軸方向に拡大配置する。あるいは、一次元構造体の展伸およびそれに続く折り返しを複数回繰り返すことにより二次元面内において細胞分裂様の縮小および多重化を行う。また、一次元構造体の折り返しを行う際に間に導電物質、例えば導電ワイヤーや導電パッドをはさむようにすることもある。また、一次元構造体をN倍に展伸し、それに続いてN回折り返すようにしてもよい。あるいは、一次元方向に空間的に孤立した物質層を、三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行う際に、二次元面内方向に互いに連結するようにしてもよい。

【0021】この発明の第3の発明は、機能構造が配された一次元構造体を二次元面内において一軸性圧縮した後、この一次元構造体の展伸または展伸および圧着を繰り返す行い、三次元空間において部分二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことにより、一次元構造体の二次元面内においては微細機能構造が配され、一次元空間においては機能修飾子が拡大配置された一次元構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法である。

【0022】この発明の第4の発明は、一次元構造体の軸方向に弾性の空間変調を行い、部分二次元面内の縮小投影比または残りの一次元空間での拡大投影比を変調するようにしたことを特徴とする機能一次元構造体の製造方法である。

【0023】この発明の第5の発明は、その上に蛍光体、色素または半導体微粒子を形成した一次元構造体に対して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に蛍光体、色素または半導体微粒子を軸方向に拡大配置した一次元構造体を製造し、この一次元構造体を複数並列配置することにより機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法である。

【0024】この発明の第6の発明は、機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体に対して一括して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの二次元面内に細胞分裂状に複数の微細機能構造が配された一次元構造体を製造し、これらの一次元構造体を用いて機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法である。

【0025】この発明の第7の発明は、機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体を一括して二次元面内において一軸性圧縮した後、これらの一次元構造体の展伸または展伸および圧着を繰り返す行い、三次元空間において部分二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことにより、一次元構造体の二次元面内においては細胞分裂状に複数の微細機能構造が配され、一次元空間においては機能修飾子が拡大配置された一次元構造体を製造し、これらの一次元構造体を用いて機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法である。

【0026】この発明の第8の発明は、機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体に対して一括して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に複数の機能構造を拡大配置した一次元構造体を製造し、これらの一次元構造体を用いて機能構造体を製造するようにしたことを特徴とする機能構造体の製造方法である。

【0027】この発明の第8の発明においては、例えば、機能構造が配された一次元構造体を複数並列配置し、これらの一次元構造体に対して一括して三次元空間において二次元面内の縮小投影および残りの一次元空間での拡大投影を行うことによりこの一次元空間において自由空間膨張状に複数の機能構造を拡大配置する前または後にこれに直交する方向に自由空間膨張させるようにする。

【0028】この発明においては、一般的には、例えば、一次元構造体の断面において同心円状に複数の機能構造が配されている。一次元構造体は、例えば、有機物からなるファイバー状のもの、または、円環状の光場を導波する光ファイバー状のものであることもある。また、一次元構造体は同心円状の多層膜構造を有することもある。また、一次元構造体の周りに半導体膜が形成され、この半導体膜を用いた光電子素子により機能素子が形成される。場合によっては、一次元構造体の一部がDNAファイバーであることもある。一次元構造体の断面の一部分が中空であることもある。この中空部を通して、例えば、光、電流または化学流体を通すことができる。また、一次元構造体の周面に窓を設けることにより、この窓を通じて、外界または他の一次元構造体との間で一次元構造体の内部に通される流体の交換を行うこ

とが可能である。この窓は、例えば電氣的に開閉可能に構成される。

【0029】

【発明の実施の形態】図1は各種の基体のトポロジーを示す。図1Aは従来使われている平面基板、図1Bは最近提案されたボール型基体、図1Cはこの発明の一次元構造体(fiber)で用いる円柱側面のトポロジーである。図1Aに示す平面基板上の1チップの面積はチップの二辺の長さを x 、 y とすると $S_p = xy$ である。図1Bに示すボール型基体上の面積は $S_B = 4\pi(x/2)^2 = 4\pi(y/2)^2$ であり、 $S_B/S_p = \pi x^2/xy = \pi$ である。また、図1Cに示す一次元構造体の円柱側面上の面積は $S_T = 2\pi(x/2) \cdot y$ であり、 $S_T/S_p = \pi xy/xy = \pi$ である。

【0030】図2Aはこの発明の一次元構造体の実空間構成を表す基本的な概念図である。図2Aに示すように、基体となる一次元構造体1の側面に光電子素子2が配線3により接続されて配置され、さらに電極4も配置されている。

【0031】図2Bはこの発明の一次元構造体の発展形の一つであり、階層構造を有する一次元構造体である。この階層構造を有する一次元構造体5は、具体的には、例えば、中心のコアとその周りのクラッドとからなる光ファイバーあるいは単なる中空(hollow)構造としたものなどである。この階層構造を有する一次元構造体5は、目的に応じて、光や化学流体などを輸送することができる。例えば、イオウ(S)と金(Au)との間の結合を利用して光電子素子2のAu電極2aとタンパク質6やアミノ酸7とを結合させることができる。同様に、アミノ酸7に導電性高分子8を結合させることもできる。光電子素子2からは所定の信号の入力により光9が発せられる。

【0032】図3および図4は、一次元構造体の製造方法の例を示す。図3は、いわば金太郎飴式の製造方法と言えるものであり、例えばポリエチレンテレフタレート(PET)やポリエチレンサルフォン(PES)などのプラスチック製のファイバー10(図3A)に熱やアルカリなどを加え、展性を上げて軸方向に伸ばし(図3B)、これを所望の長さに切断することにより、細くまた内部に構造を持たせた一次元構造体11を得ることができる(図3C)。

【0033】図4は一次元構造体の別の製造方法を示し、いわばマカロニ型の一次元構造体の製造方法と言えるものである。図4に示すように、この製造方法では、例えばタンパク質などからなる可溶性のコア12(図4A)を、例えば小麦粉や有機シリコン、他のタンパク質などの非可溶性の物質13で包んだ後(図4B)、コア12を加水分解酵素を用いて溶出させることにより中空の一次元構造体14を得る(図4C)。

【0034】図5Aは、一次元構造体15の側面に、ラ

ングミュアプロジェクト(LB)法によりアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)およびチミン(T)のLB膜のパターンを形成してコーディングを行う方法を示す。すなわち、図5Aに示すように、LB成膜装置の水が入った容器(ラングミュアトラフ)の気体-液体界面において四つのセグメント16a、16b、16c、16dに分け、これらのセグメント16a、16b、16c、16dの水面にそれぞれアデニン、グアニン、シトシンおよびチミンの有機溶媒溶液を展開して単分子膜を形成し、さらに液体表面から気体中に一次元構造体15を引き上げる際にそれぞれアデニン、グアニン、シトシンおよびチミン用のゲート17a、17b、17c、17dを上下動させることにより、一次元構造体15の側面へのLB膜の形成を制御する。さらに、一次元構造体15をその軸の周りに回転させることにより、図5Bに示すように、一次元構造体15の側面の所望の位置に所望のLB膜18a、18b、18c、18dのパターンを形成する。このようにして、一次元構造体15の側面に所望のコーディングを行うことができる。なお、ここではDNAの核酸塩基を用いた場合の4コードの例を示したが、セグメントの数を増やすことにより、コーディングの要素数を増やすことができることは言うまでもない。

【0035】図6はダウンコンバージョンの例である。図6に示すように、図5に示すLB膜の成膜方法において、気体-液体界面をセグメントに分けない場合には、一次元構造体15の側面に一様な膜19を成膜することができる。この方法は、一次元構造体15の側面へのフォトレジストなどのコーティングに最適である。さらに、例えば、一次元構造体15の側面に有機シリコン膜を成膜し、後に熱処理あるいはレーザアニールを行うことによりSi膜を形成することも可能である。

【0036】図7は一次元構造体のリソグラフィープロセッシングの例である。図7に示すように、例えば、図3に示す製造方法により製造された一次元構造体20を糸巻き21でたぐり寄せ、図5に示すと同様なLB成膜室22においてこの一次元構造体20の側面にLB法により、所望の材料のコーティングを行う。そして、この一次元構造体20を次段の乾燥モジュール23内で乾燥させた後、L字型に折り曲げ、フォトマスク24の出し入れが可能な露光モジュール25に送り、フォトマスク24に所望のパターンで設けられた開口24aを通じて外部から露光を行い、さらに次段の現像モジュール26における現像を経て、パターニングが完了する。符号27、28は現像後に水洗、成膜などを行うモジュールを示す。ここで、コーティングから露光までのプロセスの具体例を挙げると、LB成膜室22において有機シリコン膜を成膜した後、この有機シリコン膜にフォトマスク24を用いてレーザ光を選択的に照射することによりレーザアニールを行い、Si膜のパターンを形成する。こ

のS i膜を用いて素子を形成することができる。なお、乾燥モジュール23の、露光モジュール25との接続部は、露光モジュール25の中心軸に垂直な方向の一边の長さがdの長方形の断面形状を有する。フォトマスク24の切れ込みの幅を Δ としたとき、 d 、 Δ は、 $d < \Delta$ を満たす限りできるだけ小さくするのが望ましい。

【0037】図8は、図7に示すリソグラフィシステムで製造され、射出されてくる繊維状の一次元構造体20を一種の機織り機に導入して機織りを行い、所望のファブリックを形成する方法の例を示す。この一次元構造体20の側面には必要に応じて素子が形成され、さらに例えばAGTCコーディングが行われている。図8に示すように、上述の図7に示すと同様なリソグラフィシステムを多数配列し、これらのリソグラフィシステムから供給される多数本の一次元構造体20を用いて機織りを行うことにより、2次元の織物を作ることができる。符号29、30は機織り棒を示す。

【0038】最も単純でしかし汎用性のあるファブリックは、縦糸を全てロジック素子の形成された一次元構造体とし、横糸を全てメモリ素子の形成された一次元構造体とした一様均一織物である。

【0039】図8に示すような機織り機でファブリックを形成する時の2本の一次元構造体の軸に直交する方向のアラインメントには、例えば、これらの一次元構造体の側面のアデニン(A)とチミン(T)との配向特性、あるいは、シトシン(C)とチミン(T)との配向特性を利用することができる。すなわち、例えば、図9Aに示すように、縦糸および横糸を構成する2本の一次元構造体31、32を互いに直交させ、それらの交差部において、上側の一次元構造体31の外壁のアデニン(A)と下側の一次元構造体32の外壁のチミン(T)との分子間力による選択的結合(図9B参照)により、アラインメントを行うことができる。より一般的には、タンパク質間およびアミノ酸間のダイポール相互作用により、一次元構造体を整列させて二次元平面を構成することができる。また、図9Bに示すように、例えば一次元構造体31上にDNAストリングSTが張り付いているか、または編み込まれているものであってもよい。

【0040】なお、図9Bに示すA-T結合のAとTとは単なる選択性のあるのりとしても使えるが、より高度には、図8に示すように、下側の一次元構造体20の上に一部m-RNAを仕込むことにより、交差部の結合を成長強化させたり、反結合性として解体したりして、SOPHIAの一角を担わせる要素部品/構造とすることができる。

【0041】このように分子間力を利用して一次元構造体によりファブリックを形成した例を図10に示す。このファブリックは、図2Bに示すものと同様な、階層構造を有する一次元構造体5を用いて形成されたもので、線状光電子機能デバイスによるインテリジェント・ファ

ブリックと呼ぶことができるものである。

【0042】図11および図12は図10に示すインテリジェント・ファブリックを人工筋肉に応用した例を示し、それぞれ筋肉が縮んだ状態および伸びた状態を示す。図11および図12に示すように、このインテリジェント人工筋肉においては、一次元構造体5を用いて、意図的に筋繊維を束ねたような構造を持たせることにより、ファブリックが縞状であることを利用して、二つのファブリックの一次元構造体を互い違いに結合させ、例えば正負の電荷供給によるクーロン反発力と結合とを利用して伸縮を行わせることができる。

【0043】図13は、一次元構造体5からなる縦糸および横糸を強固に編んだタイトバウンドファブリック(tight-bound fabric)の例である。縦横に走る一次元構造体の特徴である。

【0044】図14Aは汎用ファブリックの一例、図14Bはこの図14Aに示す汎用ファブリックの一部の拡大図、図14Cは図14Bの一部の拡大図である。この汎用ファブリックは、縦糸がロジック素子の形成された一次元構造体33からなり、横糸がメモリ素子(RAM)の形成された一次元構造体34からなる。これらの半導体素子は、一次元構造体33、34の側面に例えばアモルファスS i膜を成膜し、これを例えばエキシマレーザアニールすることにより単結晶化した単結晶S i膜に形成することができる。図14Cに、一例として、半導体電子素子Dを示す。また、同様の方法により、一次元構造体33、34の側面に例えばGaInN系半導体膜を形成し、これに光素子を形成することもできる。さらに、これらにより、トータルシステム・オン・ファイバーファブリックを実現することができる。

【0045】図15はこの発明のタイトバウンドファブリックの化学・生体系応用の一例の概念図であり、一種のケミカルプロセッサを示す。一次元構造体35は中空構造を有し、バイオー光電子質量輸送用のマイクロチューブとして用いられる。この一次元構造体35には、窓36および光電子素子37が設けられており、バイオー光電子配線38により相互に接続されている。この例では、点描が付された窓36は開いており、それ以外の窓36は閉じている。この一次元構造体35の中に生体・化学材料を通すことにより、微視的に化学反応を制御することができる。例えば、横方向の一次元構造体35に原料A、B、Cを供給するとともに、縦方向の一次元構造体35に酵素P、Q、Rを供給する。この場合、一次元構造体35の多数の交差部のうちの所定の部分に窓を開けておくことにより、種々の反応生成物(例えば、最終生成物Z)と副生成物(例えば、副反応物Y)とを合成することが可能となる。

【0046】図16はこの発明のタイトバウンドファブリックの窓の開け方の一例を示す。この例では、交差する2本の一次元構造体35のうちの一を加水分解可能

なタンパク質からなるマイクロチューブとし、他の一本を湿潤はするが加水分解可能性のあるマイクロチューブとする。そして、これらの一次元構造体35を交差させ、一方の一次元構造体35の中に加水分解酵素（ヒドロラーゼ（トリプシン、キモトリプシンなど））と水とを最適pHになるように調整して流し、他方の一次元構造体35には水のみ、あるいは最適pHをずらす酸またはアルカリを含ませた水を通すことにより、交差部の一次元構造体35に穴があく。穴がある程度以上開くと、一次元構造体35を流れる水（または酸、アルカリ）で最適pH条件からずれることにより、加水分解反応は極めて遅くなり、事実上停止する。次に、一次元構造体35にそれを構成するタンパク質を溶かす酵素を流すことにより、交差部の一次元構造体35に穴を開けることができる。このようにして、一次元構造体35の交差部に選択的に窓36を形成することができる。また、一次元構造体35の側面に例えばアモルファスSi膜を成膜する場合には、このアモルファスSi膜をその表面に選択的に形成したマスクを用いて部分的にエキシマーレーザアニールして単結晶化し、このSi膜を単結晶部とアモルファス部との結晶性の差を利用して選択エッチングすることにより窓を形成することができる。

【0047】さらに、上述の方法で一次元構造体35の交差点に窓36を開けた後、外力を加えてこれらの一次元構造体35を離すことにより、周期的に窓36が形成された一次元構造体を形成することができる。また、この一次元構造体を出発材料として再度機を織り、上述と同様にして交差点に窓を開けることもできる。

【0048】図17はこの発明のタイトバウンドファブリックの生体系応用のより一般化した概念図である。一次元構造体35の交差点のみならず、その途中にも窓36が形成されている。さらに、この窓36の周りに選択的に電極を設けることで、局所電場によりイオンの出入りを制御することができる。このような電気的に開閉可能な窓36を開けておくことにより、図18に示すように、一次元構造体35で囲まれた升状の空間に自己組織化生体系組織（SOPHIA）39を形成することができる。このようなタイトバウンドファブリックは、例えば液体やガス中に設置することにより、それらのセンサーとして機能させることができる。

【0049】さらに、図19に示すように、一次元構造体40の断面の外郭に凹凸を設け、その凹部に配線41を埋め込むこともできる。

【0050】また、図20に示すように、このような断面の外郭に凹凸を設け、その凹部に配線41を埋め込んだ一次元構造体40は、別の一次元構造体42と空中交差させることが可能である。ここで、一次元構造体40の側面には、電子素子43およびそれらを接続する配線44が形成されている。

【0051】図21に示すように、この発明の一次元構

造体を基本繊維として用いて、太陽電池45、ディスプレイ46、コンピュータ47、アクチュエータとしての手袋48、センサー（図示せず）などを一体化したインテリジェントファイバーファブリックによる衣服49を作ることができる。なお、この衣服49およびこの衣服49を着る人間のサイズはともに1mのオーダーであり、一方、この衣服49を構成する繊維である一次元構造体の径のサイズは例えば最大で1mmのオーダーであり、このとき後者に対する前者の比は $\sim 1\text{m}/1\text{mm} \sim 1000$ のオーダーである。

【0052】また、同様なインテリジェントファイバーファブリックにより、いわばインテリジェントはちまきとも呼べるバンド50を作ることでもできる。

【0053】さらに、この発明の一次元構造体の材料として例えばコラーゲンやエラスチンなどを用いることにより、図21に示す人の足部に示すように人工皮膚51を作ることでもできる。

【0054】より一般的には、この発明の人工織物をもって、内部に人工筋肉などを含む3次元構造体を包むことにより、インテリジェントな3次元システムを構成することができる。

【0055】図22は、この発明の機能性ファイバーの製造方法を示す基本的な概念図である。この機能性ファイバーを製造するには、まず、図22Aに示すように、出発物質となる機能性ファイバーを製造する。この機能性ファイバーにおいては、光導波管61、化学輸送管62、有機半導体電子デバイス63および有機半導体ダイオード64が有機被覆材65で被覆された状態で集積されており、全体として円柱状の形状を有している。有機半導体電子デバイス63は例えば周期的に複数個配置されている。この有機半導体電子デバイス63は、チャネル層63a、ゲート電極63b、ソース電極63cおよびドレイン電極63dからなる。符号66はこれらの有機半導体電子デバイス63間を接続する配線を示す。

【0056】光導波管61は、通常のプラスチック光ファイバーと同様に、例えばPMMAを用いて形成される。化学輸送管62は中空に構成され、その中に化学流体が通されるようになっている。配線66は例えば導電性ポリマー、具体的には例えばポリアセチレン、ポリジアセチレン、ポリピロールなどにより形成される。

【0057】この出発物質としての機能性ファイバーの直径は必要に応じて選ばれるが、一例を挙げると数十 μm 程度である。また、これらの素子の寸法は、必要に応じて決められるが、極微細の素子を形成する場合には例えば縮小投影露光などが用いられる。

【0058】次に、図22Aに示す機能性ファイバーを、図22Bに示すようにその長手方向に引き伸ばす。具体的には、図22Aに示す機能性ファイバーの直径をD、長さをLとしたとき、図22Bに示すように、直径が D/α （ただし、 $\alpha > 1$ ）、長さが $\alpha^2 L$ となるよう

に引き伸ばす。こうして、出発物質としての機能性ファイバーは、その断面においては $1/\alpha$ に縮小（微細化）され、長さ方向においては α^2 倍に拡大される。

【0059】次に、こうして展伸された図22Bに示す機能性ファイバーをその中央で折り返して重ね合わせ、圧着する。この圧着を良好に行うために、機能性ファイバーの表面には、圧着補助剤を塗布しておくことが望ましい。この圧着補助剤には、必要に応じて、導電性、絶縁性、強誘電性などを付与することができる。

【0060】上述の展伸、折り返し、圧着を行った後、この一連の工程を必要なサイクル繰返し行う。ここで、これらの展伸は、多数本バッチ処理することができる。

【0061】なお、例えば、あらかじめ機能性ファイバーに形成した液溜めに液晶を入れておき、その後この機能性ファイバーの展伸、折り返し、圧着を行うことにより、液晶が封入された機能性ファイバーを製造することもできる。

【0062】図23は、4回（4-fold）の折り返しのサイクルを使用して機能性ファイバーを製造する例を示す。図23Aに示すように、まず、所望の機能素子があらかじめ作り込まれた機能性ファイバーを用意する。次に、図23Bに示すように、この機能性ファイバーを直径が $1/4$ になるまで展伸する。次に、こうして展伸された機能性ファイバーを図23Cに示すように4回折り返し、圧着する。

【0063】これらの展伸および圧着の工程を N 回繰返すことにより、断面で見たときの機能性ファイバーの密度を 4^N 倍に高密度化することができる。また、当然ではあるが、2回折り返しの場合に比べて、高速化を図ることができる。

【0064】ここで、図24に示すように、出発物質としての機能性ファイバーが偏心構造を有する場合を考える。この機能性ファイバーは中心部 L_1 、中間層 L_2 および最外層 L_3 からなり、中心部 L_1 が偏心している。この場合、中間層 L_2 の厚さの最大値は T 、最小値は t である。例えば、典型的には、 $D \sim 20 \mu\text{m}$ 、 $t \sim 2 \mu\text{m}$ である。いま、機能性ファイバーにおける原子間距離を 2 \AA と仮定すると、 $D \sim 20 \mu\text{m}$ は原子間距離の 10^5 倍、 $d \sim 2 \mu\text{m}$ は 10^4 倍に相当する。そこで、 $4^N = 10^4$ とおいて N を求めると、 $N = 4 / \log 10^4 \sim 6.6 < 7$ となる。これより、機能性ファイバーの展伸および圧着の工程を7回繰返すと、厚さ t の部分の中間層 L_2 は相互に融着し、厚さ T の部分の中間層 L_2 は単原子層のオーダーの厚さになることになる。

【0065】このように、典型的なファイバー径である数十 μm オーダーの原料から出発しても、展伸および圧着の工程を7回繰返すと、内部構造は、原子間隔オーダーまで縮小することがわかる。これは、有機物の柔らかさを利用して、素子の縮小ができる典型的な例である。

【0066】なお、機能性ファイバーの材料としては有機物以外に例えば非晶質のガラスを用いることができるが、この場合には、上述の圧着を行う前にファイバー表面のダングリングボンドを水素で不活性化することが望ましい。

【0067】図24は、上記のような機能性ファイバーの展伸および圧着のサイクルを繰返すことで擬似的に細胞分裂に相当することを実現することができることを示す例である。すなわち、まず、図24Aに示すような偏心した中心部 L_1 、中間層 L_2 および最外層 L_3 からなる単純な内部構造を持つ機能性ファイバーに対して展伸および圧着のサイクルを繰返し行うことにより、図24Bに示すように、直径が M 分の1に縮小した機能性ファイバーを 2^M 個つくる。

【0068】次に、図24Cに示すように、こうしてつくった 2^M 個の機能性ファイバーからなる架台（プラットフォーム）中でSOPHIAを起こさせる。具体的には、例えば、これらの機能性ファイバーに電子線を照射することにより電子-正孔対を生成し、これによりSOPHIAを起こさせる。

【0069】さらに、図24Dに示すように、SOPHIAを起こさせた機能性ファイバー系に対して展伸および圧着のサイクルを繰返し行うことにより、直径が N 分の1に縮小した機能性ファイバーを 4^N 個つくる。こうして、短時間で、高機能複雑系を形成することができる。

【0070】図25は展伸および圧着のサイクルにより面内非等方変換を行う例を示す。この例では、まず、図25Aに示すように、辺の長さが L の正方形断面の機能性ファイバーに対して縦方向に一軸性圧縮を行い、図25Bに示すように、縦方向の辺の長さを L/α （ $\alpha > 1$ ）に縮小するとともに、横方向の辺の長さを αL に拡大する。

【0071】次に、図25Cに示すように、こうして一軸性圧縮を行った機能性ファイバーに対して展伸を行い、縦方向の辺の長さおよび横方向の辺の長さをいずれも $1/N^{1/2}$ に縮小する。ここで、 $\alpha = N^{1/2}$ とすれば、縦方向の辺の長さは $L/\alpha N^{1/2} = L/N$ になり、横方向の辺の長さは $\alpha L/N^{1/2} = L$ になる。こうして、横方向の辺の長さは元と同じ L で、すなわち横方向の寸法を保持しながら、縦方向の辺の長さが $1/N$ に縮小した機能性ファイバーを得ることができる。

【0072】より一般的には、 α 、 N を任意に選ぶことにより、任意の縮小比で面内の非等方的縮小変換を行うことができる。

【0073】図26は軸方向非一様変換を行う例である。すなわち、まず、図26Aに示すように、出発物質となる機能性ファイバーを用意し、この機能性ファイバーに対して、軸方向に等間隔で局所的に光または電子線などの荷電粒子線を照射する。光の照射には所定のフォ

トマスクを用いる。こうして光または荷電粒子線が照射された部分の機能性ファイバーは変性を起こして硬化する。これによって、機能性ファイバーの軸方向に弾性の空間変調が行われたことになる。

【0074】次に、こうして長手方向に等間隔で部分的に硬化した機能性ファイバーに対して、図26Bに示すように、展伸を行う。この際、機能性ファイバーのうちの光または荷電粒子線の照射により硬化した部分の径はほぼ元のまま維持され、そのほかの部分だけ径が縮小する。

【0075】次に、図26Cに示すように、こうして展伸を行った機能性ファイバーを圧着する。同様な展伸および圧着を繰り返して、図26Dに示すように、長手方向に周期構造を有する機能性ファイバーを製造する。

【0076】こうして製造された機能性ファイバーは例えば三次元フォトニック結晶として使用することができる。また、周期構造を有するため、回折格子あるいはブラッグディフレクターとして使用することもできる。長手方向に部分的に周期構造を設けることにより、部分的に回折格子あるいはブラッグディフレクターを作り付けることもできる。さらに、場合によっては、非周期構造としてもよい。

【0077】上記の例では、展伸を行う前に母材となる機能性ファイバーを光または荷電粒子線の照射により部分的に硬化させたが、フォトリソグラフィを用いたパターンニングなどにより必要な素子構造をあらかじめ作り込むようにしてもよい。

【0078】図27はこの発明のゲートアレイへの応用を示す例である。すなわち、まず、図27Aに示すように、例えば、有機半導体によるゲートアレイの基本ユニット71が組み込まれた矩形断面の機能性ファイバーを用意する。

【0079】次に、図27Bに示すように、この機能性ファイバーの展伸を行い、面内寸法を縮小する。次に、図27Cに示すように、機能性ファイバーの圧着を行う。この圧着は、例えば、導電性物質、例えばメタルパッド72を介して行い、このメタルパッド72を介して機能性ファイバー中のゲートアレイ同士の電気的接続を行うようにする。

【0080】次に、図27Dに示すように、こうしてメタルパッド72を介して圧着された機能性ファイバーの展伸を行い、面内の寸法を縮小する。次に、図28Eに示すように、機能性ファイバーの折り返しを行い、圧着を行う。この際、この圧着は、導電性物質、例えばメタルパッド73を介して行い、このメタルパッド73を介して機能性ファイバー中のゲートアレイ同士の電気的接続を行うようにする。

【0081】次に、図27Eに示すように、再度、機能性ファイバーの展伸を行い、面内の寸法を縮小する。こうして、高密度集積の微細ゲートアレイを製造すること

ができる。

【0082】図28は、この発明をナノチューブの製造に適用した例である。この例では、まず、図28Aに示すように、出発物質となるチューブを用意する。次に、図28B～図28Hに示すように、チューブに対して展伸、圧着および折り返しのサイクルを繰り返すことにより、極微細のチューブ、すなわちナノチューブをつくる。この例は、カオスを引き起こすことで有名な一次元パイコネ変換と呼ぶことができるものである。このナノチューブは、化学物質輸送配管として機能するのみならず、フォトニック結晶としても機能する。

【0083】なお、ナノチューブの製造過程において径の異なるチューブを混在させることにより、ナノチューブ集合体の空間充填率を制御することができる。また、これは、フォトニックギャップに準位を持つ「不純物」を含むフォトニック結晶としても機能する。

【0084】図29は、三次元空間において二次元面内の縮小投影、残る一次元空間での拡大投影により、この一次元空間上において自由空間膨張的に複数の機能構造（機能修飾子）が拡大配置された周期構造体機能材料の例である。

【0085】すなわち、この例では、まず、図29Aに示すように、複数の半導体レーザ素子81が分離溝を介して長手方向に互いに隣接して作り込まれたレーザバー82を用意する。このレーザバー82の断面形状を図29Bに示す。レーザバー82の断面寸法は例えば λ とする。レーザバー82の長さは任意であるが、例えば10～50mmである。

【0086】次に、図29Cに示すように、レーザバー82を導電性ファイバー83に高展性で導電性の接着剤84により接着する。導電性ファイバー83には光導波路が作り込まれている。導電性ファイバー83の直径はDである。これらのレーザバー82および導電性ファイバー83の断面形状を図29Dに示す。

【0087】次に、図29Eに示すように、これらのレーザバー82および導電性ファイバー83の展伸を行い、レーザバー82を個々の半導体レーザ素子81に分離するとともに、導電性ファイバー83の径を縮小する。この展伸は例えば半導体レーザ素子81の間隔が10 λ となるまで行う。このとき、導電性ファイバー83の径は約 $(1/3.3)D$ に縮小する。これらのレーザバー82および導電性ファイバー83の断面形状を図29Fに示す。

【0088】次に、図29Gに示すように、こうして得られた、半導体レーザ素子81が等間隔に配列された導電性ファイバー83を必要な本数だけ二次元面内に互いに平行に配列し、さらにこれらの導電性ファイバー83と直交するように配線84を互いに平行に配列し、半導体レーザ素子81が規則配置された二次元レーザアレイを製造する。配線84は、各半導体レーザ素子81の導

電性ファイバー 83 と電氣的に接続されている側の電極と反対側の電極と電氣的に接続される。各半導体レーザ素子 81 は、導電性ファイバー 83 と配線 84 とを選択し、それらの間に所定の電圧を印加することにより、発光させることができる。

【0089】なお、半導体レーザ素子 81 の代わりに例えば蛍光体膜、ダイまたは強誘電液晶膜を用いることもできる。

【0090】図 30 はいわば図 9 に示す例の二次元配列版とも言うべきものである。すなわち、この例では、まず、図 30A に示すように、複数の半導体レーザ素子 91 が分離溝を介して二次元アレイ状に互いに隣接して作り込まれたレーザ基板 92 を用意する。このレーザ基板 92 の縦方向および横方向の断面形状を図 30B および図 30C に示す。

【0091】次に、図 30D に示すように、展伸フィルム 93 上に、光導波路が作り込まれた導電性ファイバー 94 を互いに平行に複数本配列する。

【0092】次に、図 30E に示すように、レーザ基板 92 を、導電性ファイバー 94 が配列された展伸フィルム 93 に貼り付ける。このとき、レーザ基板 92 の列毎の半導体レーザ素子 91 の上側電極と導電性ファイバー 94 とが一致するように位置合わせする。

【0093】次に、図 30F に示すように、展伸フィルム 93 を横方向に展伸させることにより、レーザ基板 92 をレーザバー 95 に分離する。

【0094】次に、展伸フィルム 93 を縦方向に展伸させることにより、各レーザバー 94 を個々の半導体レーザ素子 91 に分離する。こうして、図 29G に示すと同様な二次元レーザアレイが製造される。

【0095】以上、この発明の実施形態につき具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0096】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、ファイバーの面内方向の縮小と長手方向の展伸の自由度を生かすことにより、デバイスの縮小ならびに高密度集積化と、長手方向の規則配列を生かしたトータルシステムという、従来の固体材料による形状の制約から開放され、従来にない有機無機ハイブリッド半導体デバイスのメリットを引き出した、高機能システムを構成することができる。また、細胞分裂に準じたことを短時間にしかも大量に行うことができる。しかも、これをテンプレートとして生命工学プロセスの場として利用することができる。また、ファイバー中に、中空の一次元構造体を設けて化学物質輸送に用いることにより、光電子的な場の中であって、しかも化学工場の側面を取り込むことができ、SOPHIA の舞台とすることができる。さらに、光電子系と生体組織系とを統一的に同じ空間領域に

おいて共存させ、あるいは競合させ、より深い情報操作、代謝作用を持ったシステムを構築することができる。これらは、従来型の電子回路と相補的であるばかりでなく、それとハイブリッド化することにより、革新的なシナジー効果をもたらすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】各種の基体のトポロジーを示す略線図である。

【図 2】この発明による一次元構造体の基本形および発展形を示す略線図である。

【図 3】この発明による一次元構造体の製造方法の一例を説明するための略線図である。

【図 4】この発明による一次元構造体の製造方法の他の例を説明するための略線図である。

【図 5】この発明による一次元構造体のコーディング方法を説明するための略線図である。

【図 6】この発明による一次元構造体の製造方法の他の例を説明するための略線図である。

【図 7】この発明による一次元構造体を製造するためのリソグラフィプロセスを説明するための略線図である。

【図 8】この発明による一次元構造体を用いて機織り機でファブリックを作る方法を概念的に示す略線図である。

【図 9】この発明による一次元構造体のアラインメントの方法を説明するための略線図である。

【図 10】この発明による一次元構造体を用いて作られたファブリックの一例を示す略線図である。

【図 11】この発明による一次元構造体を用いて作られた人工筋肉の一例を示す略線図である。

【図 12】この発明による一次元構造体を用いて作られた人工筋肉の一例を示す略線図である。

【図 13】この発明による一次元構造体を用いて作られたインテリジェント・ファブリックの一例を示す略線図である。

【図 14】この発明による一次元構造体を用いて作られたインテリジェント・ファブリックの一例を示す略線図である。

【図 15】この発明による一次元構造体を用いて作られたインテリジェント・ファブリックの一例を示す略線図である。

【図 16】この発明による一次元構造体の交差部で窓を形成する方法を説明するための略線図である。

【図 17】この発明による一次元構造体を用いて作られたインテリジェント・ファブリックの一例を示す略線図である。

【図 18】この発明による一次元構造体を用いて作られたインテリジェント・ファブリックの一例を示す略線図である。

【図 19】この発明による一次元構造体の例を示す略線図である。

【図 20】この発明による一次元構造体の例を示す略線図である。

【図 21】この発明による一次元構造体を用いて作られたインテリジェント・ファブリックによる衣服の一例を示す略線図である。

【図 22】この発明による機能性ファイバーの製造方法を説明するための略線図である。

【図 23】この発明による機能性ファイバーの製造方法を説明するための略線図である。

【図 24】この発明による機能性ファイバーの製造方法を説明するための略線図である。

【図 25】この発明による機能性ファイバーの製造方法を説明するための略線図である。

【図 26】この発明による機能性ファイバーの製造方法を説明するための略線図である。

【図 27】この発明による機能性ファイバーの製造方法を説明するための略線図である。

【図 28】この発明による機能性ファイバーの製造方法

を説明するための略線図である。

【図 29】この発明による二次元レーザアレイの製造方法を説明するための略線図である。

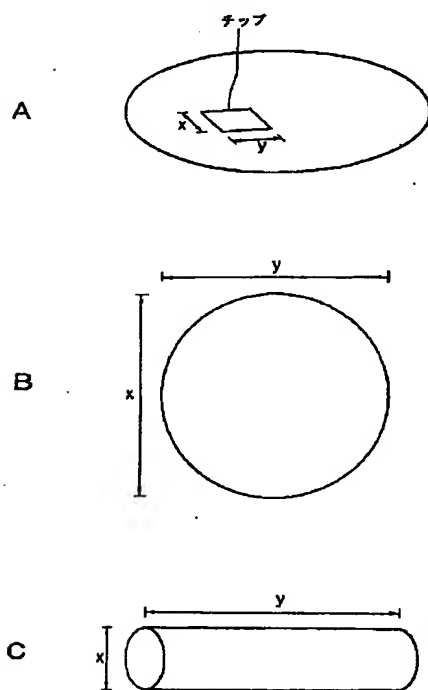
【図 30】この発明による二次元レーザアレイの製造方法を説明するための略線図である。

【図 31】従来の光ファイバーの構造を示す断面図である。

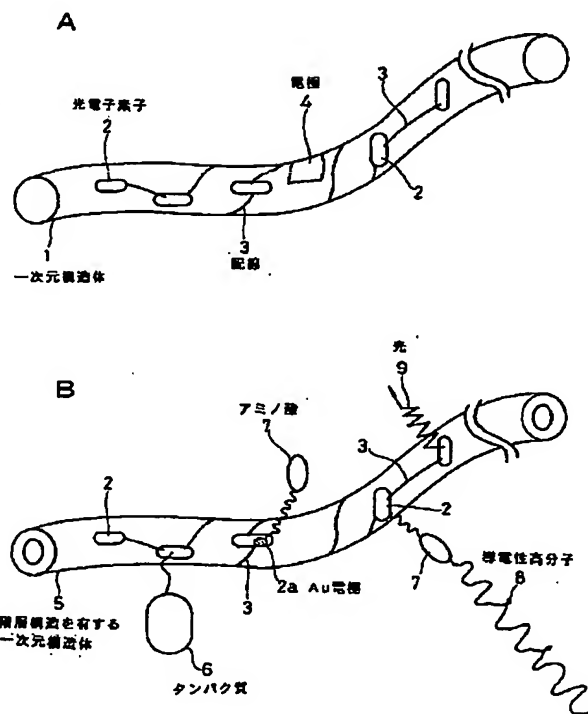
【符号の説明】

1、5、11、14、15、20、32、33、34、35、40、42・・・一次元構造体、2・・・光電子素子、3・・・配線、4・・・電極、6・・・タンパク質、7・・・アミノ酸、8・・・導電性高分子、61・・・光導波管、62・・・化学輸送管、63・・・有機半導体系デバイス、65・・・有機被覆材、71・・・基本ユニット、72、73・・・メタルパッド、81、91・・・半導体レーザ素子、82、95・・・レーザバー、83、94・・・導電性ファイバー

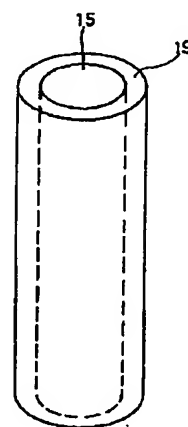
【図 1】



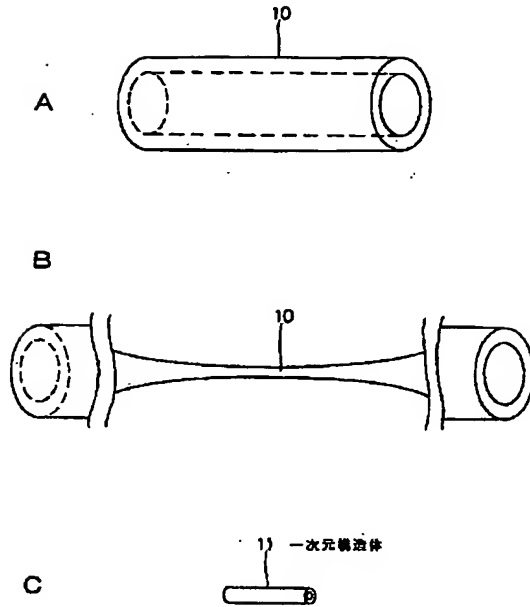
【図 2】



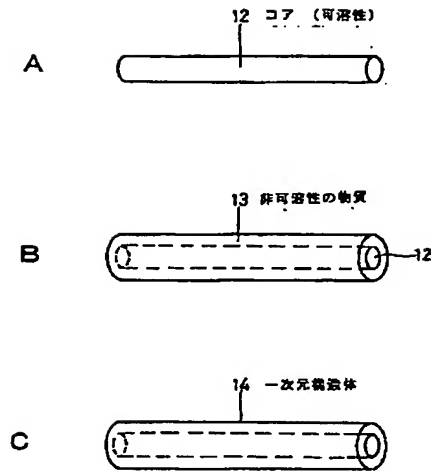
【図 6】



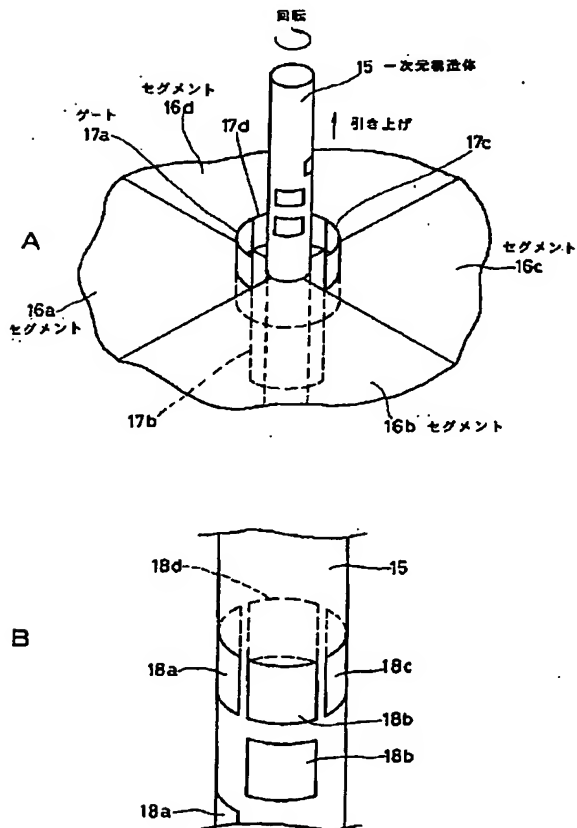
【図3】



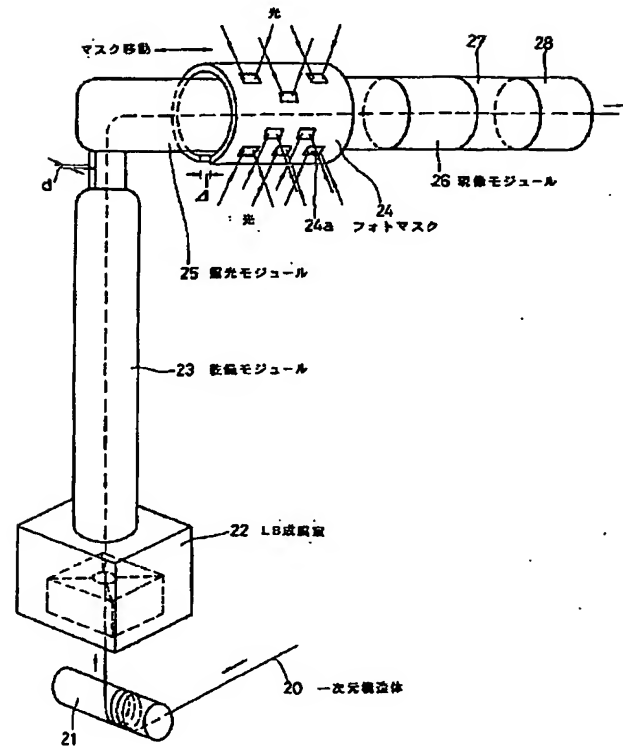
【図4】



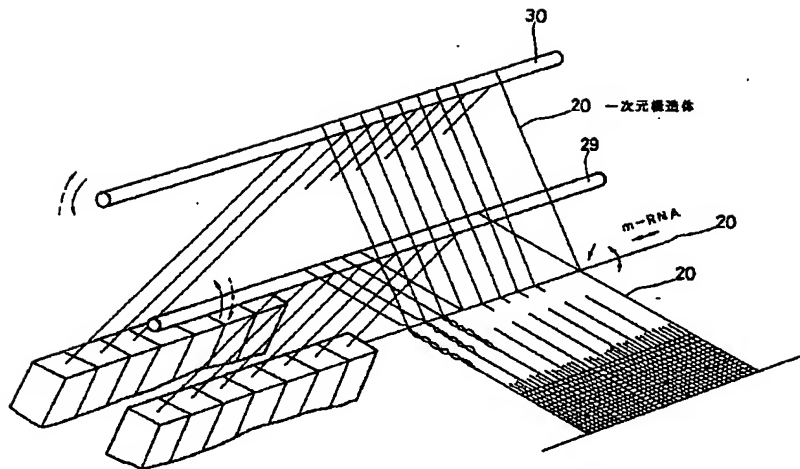
【図5】



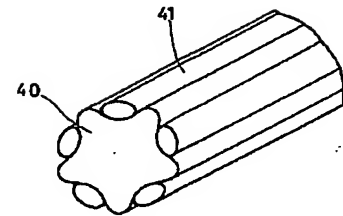
【図7】



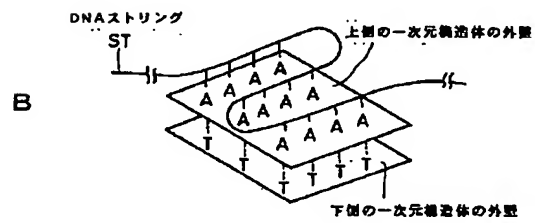
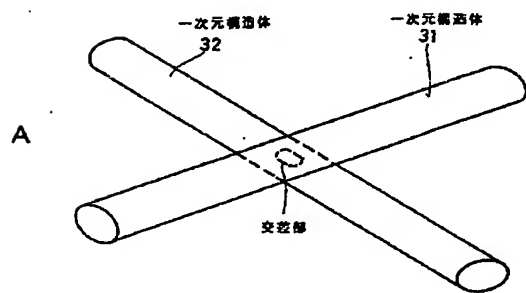
【図8】



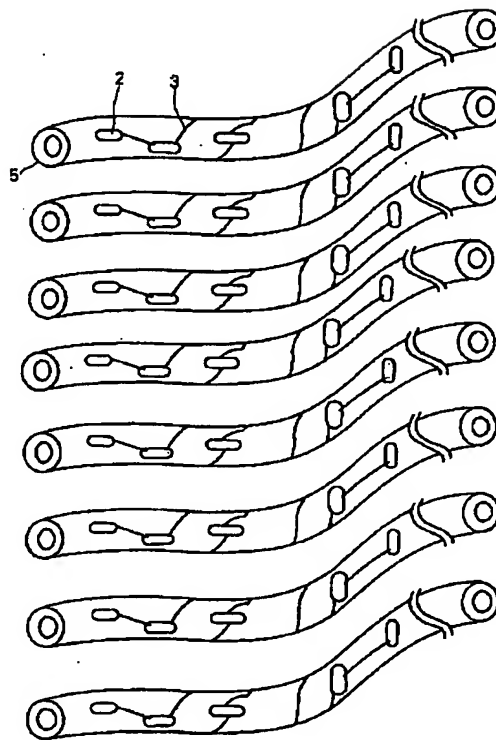
【図19】



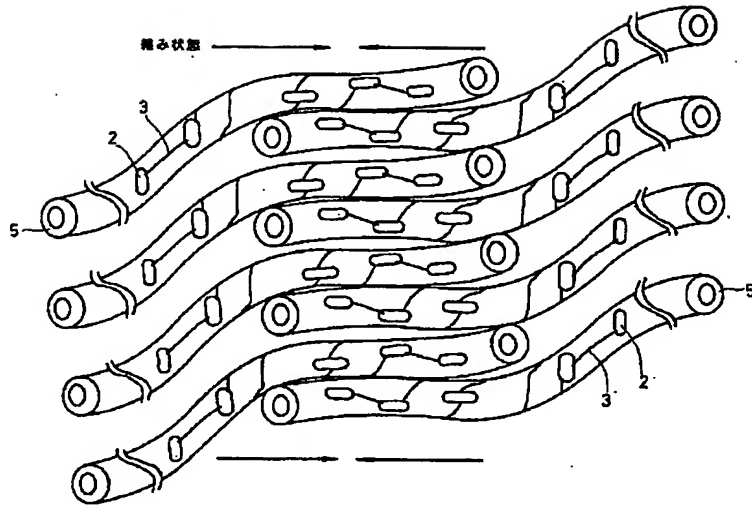
【図9】



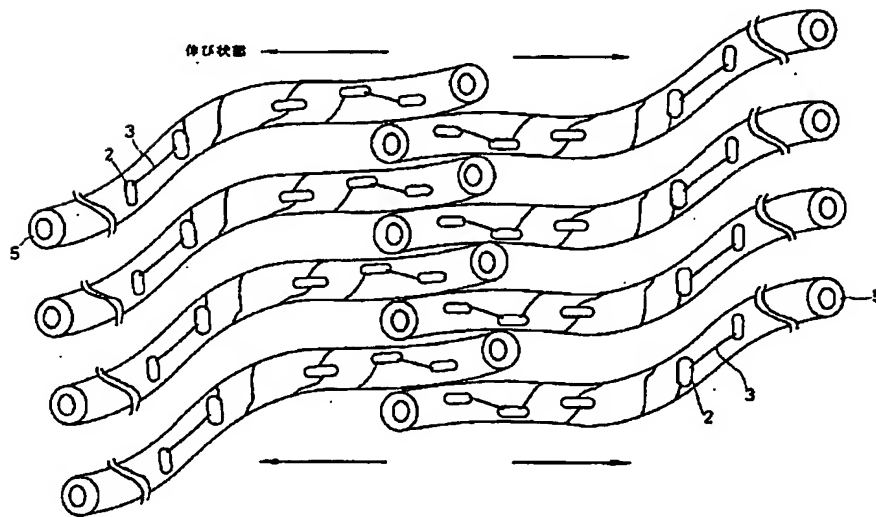
【図10】



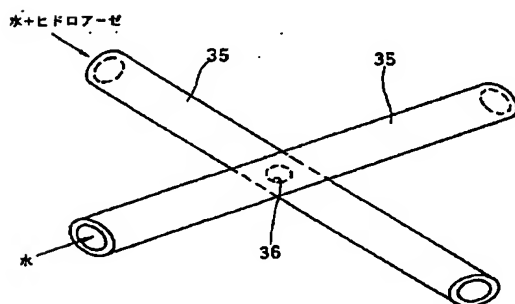
【図11】



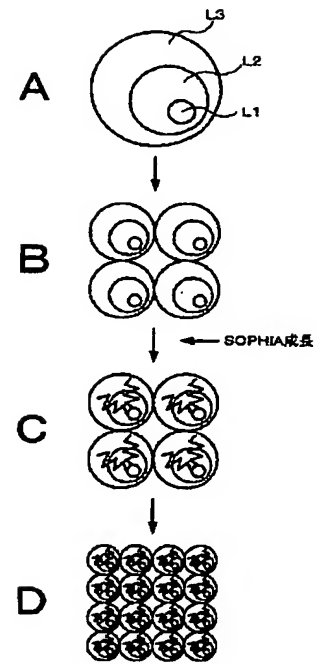
【図12】



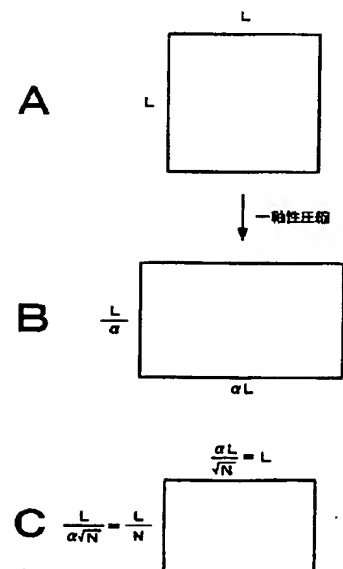
【図16】



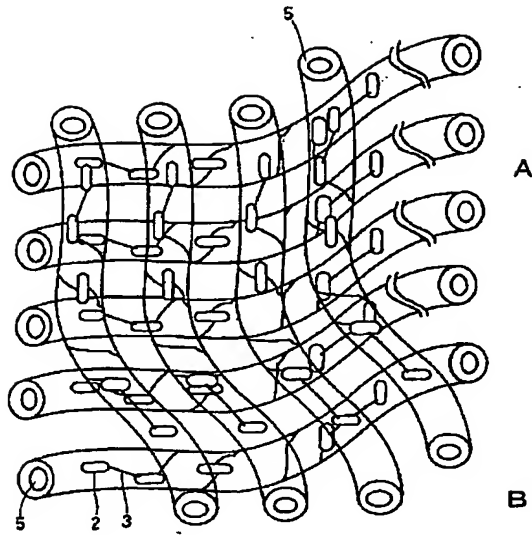
【図24】



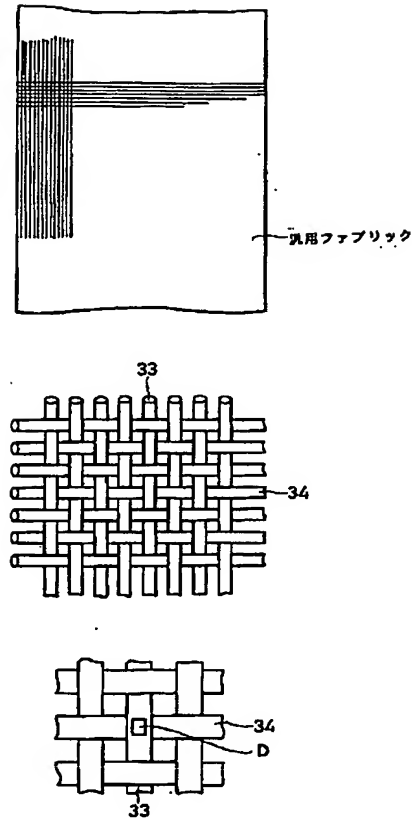
【図25】



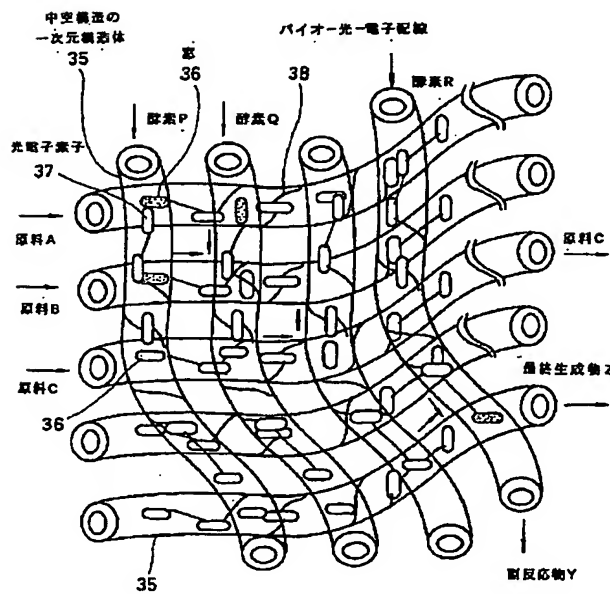
【図13】



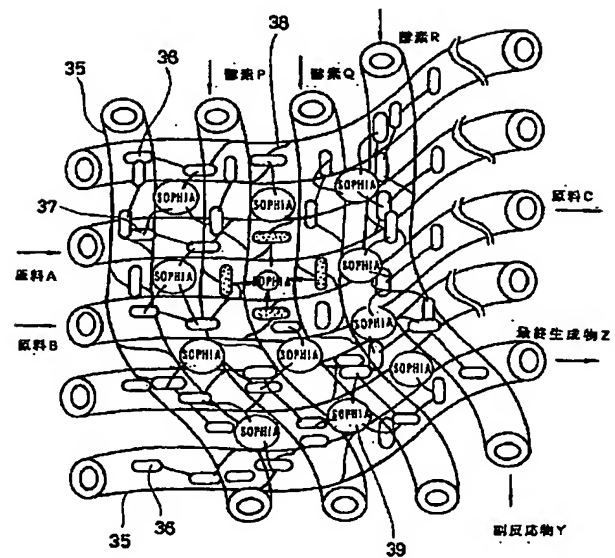
【図14】



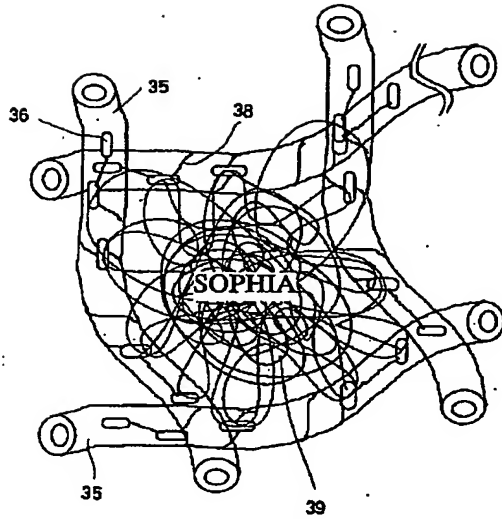
【図15】



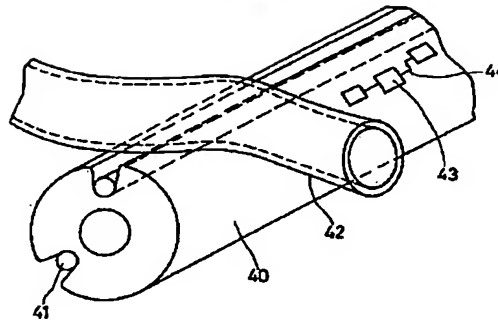
【図17】



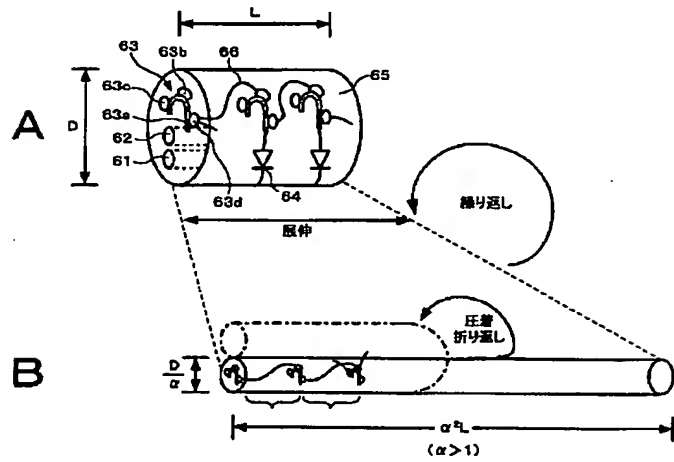
【図 18】



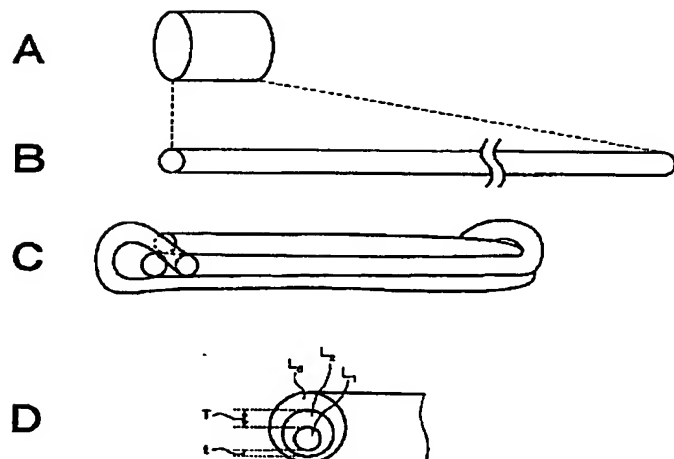
【図 20】



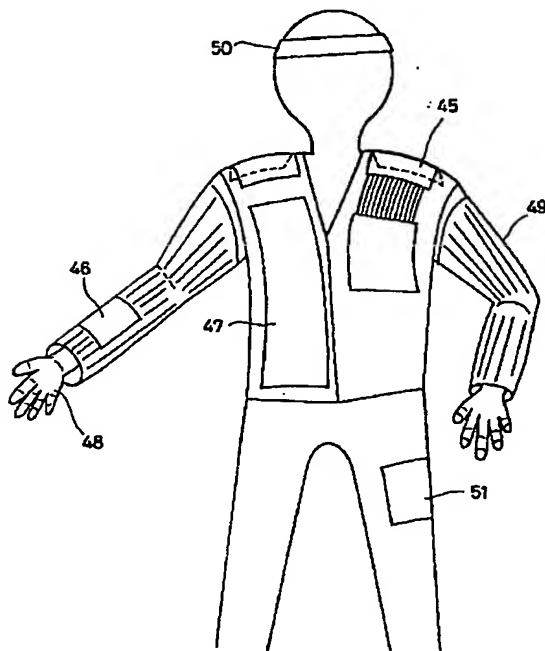
【図 22】



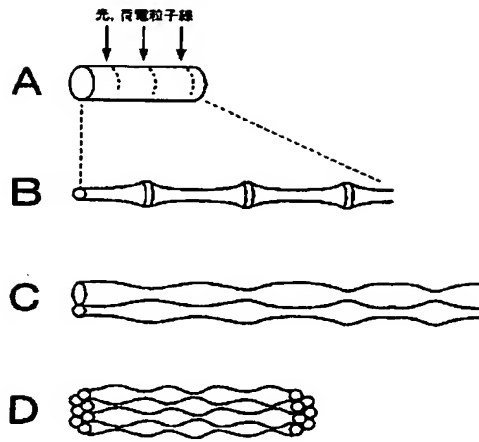
【図 23】



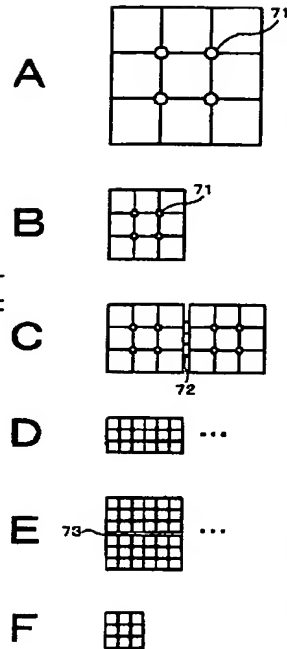
【図 21】



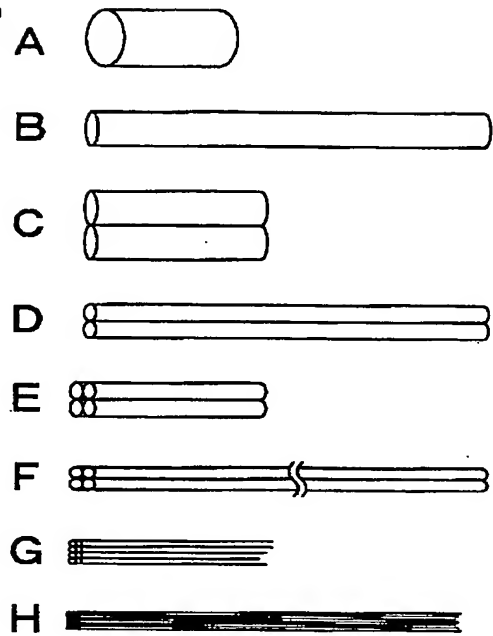
【図26】



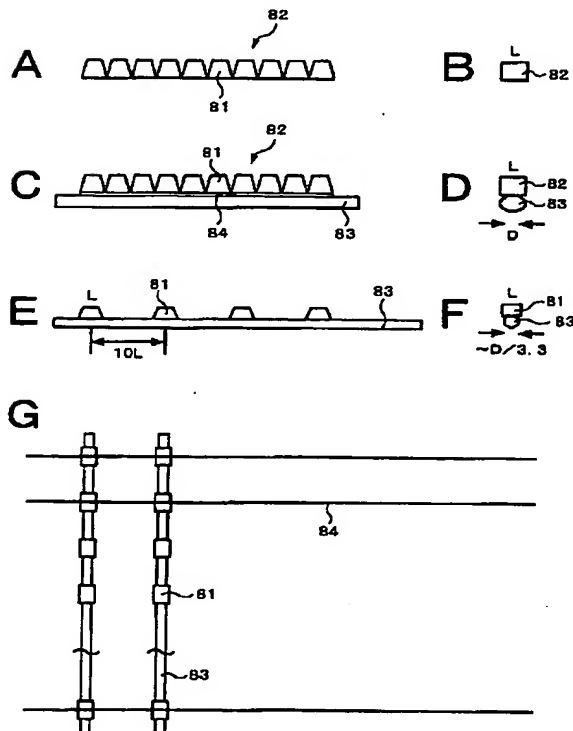
【図27】



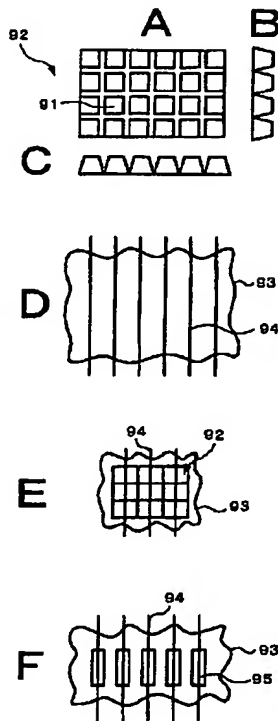
【図28】



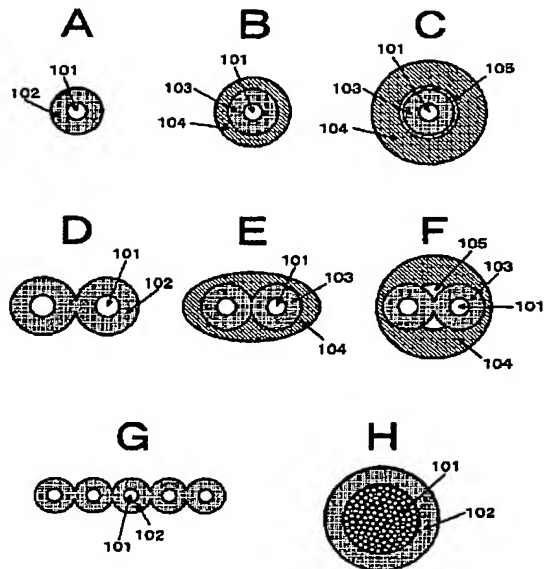
【図29】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H01S 5/40

識別記号

FI

H01L 21/30

特開2001-77445 (参考)

502Z

Best Available Copy